

2. Шепелев И.И., Пихтовников А.Г., Дашкевич Р.Я., Ребрик И.И., Головных Н.В. Опыт и перспективы использования отходов промышленных предприятий на АГК при комплексной переработке алюминиевого сырья // Сборник докладов IV Междун. Конгресса «Цветные металлы-2012» – 7-9 сентября 2012 г. –Красноярск, 2012. – С.325-328.

3. Малютин Ю.С., Гальперин В.Г. Состояние сырьевой базы алюминиевой промышленности России // Горная Промышленность. – 1996. – № 2. – С.10-12.

4. Арлюк Б.И., Шнеер В.Е. Процессы спекания в производстве глинозема. М.: Металлургия, 1970.- 120с.

5. Петров В.П. Новые небокситовые виды глиноземного сырья. М.:Наука 1982 – 256 с.

6. Пат. № 2213057, Российская Федерация. Способ переработки низкокачественного щелочного алюмосиликатного сырья / В.Д. Семин, В.И. Кирко, З.Ф. Семина и др. – заявл. 30.07.2001, опубл. 27.09.2003. – Бюл. № 27.

УДК 546(075)

## **СОСТАВ МАГНИТНОЙ ФРАКЦИИ ОБОГАЩЕНИЯ РУД ДАНИЛОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

*Лебедев В.А., Алексеева К.В.*

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Россия, e-mail: [v.a.lebedev@urfu.ru](mailto:v.a.lebedev@urfu.ru)

При гравитационном обогащении ильменит-циркон содержащих песков в пределах рудной залежи получены следующие показатели:

Выход тяжелой фракции от 12 до 20%, в среднем 15%.

Среднее содержание  $TiO_2$  в тяжелой фракции – 5%.

Легкая фракция песков (около 85% от общей их массы) сложена кварцем, кремнистыми образованиями и полевыми шпатами (микроклином и альбитом).

Тяжелая фракция была подвергнута магнитной сепарации, в результате чего получен концентрат следующего состава, %: Fe 49, Ti 44, Mn 2,4; Si 1,4; Cs 1,2; Zr 1%, V 0,5% [1].

Такой концентрат близок к составам Куранахского :

FeO-47%,  $TiO_2$ -48.5%, MnO-0.6%,  $SiO_2$ -1,7%, CaO-0.55%,  $V_2O_5$ -0,14%

и индийского концентратов, используемых в г. Березники на АО « АВИСМА» филиале Корпорации «ВСМПО-АВИСМА»:

FeO-43%,  $TiO_2$ -45,7%, MnO-0,9%,  $SiO_2$ -1,5%, CaO-0,2%,  $V_2O_5$ -0,27%.

Можно сделать вывод, что полученный концентрат может быть использован в отечественном производстве титана.

На рентгенограмме магнитного продукта отчётливо видны межплоскостные расстояния, отвечающие ильмениту ( 2,74; 2,53; 1,72 ).

Условия и результаты сернокислотного выщелачивания приведены в табл.1.

Таблица 1

Номер опыта	Время, мин.	Конц. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , %	Температура, °C	Степ.выщ., %
1	120	40	80	11
2	60	96	100	60
3	180	96	150	90

Полученные после экспериментов растворы были отданы на масс-спектральный анализ с целью выявить массовую концентрацию элементов, содержащихся в растворе.

Анализ проводился в УРФУ и в АИЦ – Российской арбитражной лаборатории материалов ядерной энергетики на спектрометре Elan 9000. Результаты приведены в табл.2.

Приведенные данные позволяют судить не только о содержании элементов в растворах выщелачивания но и природе растворяющихся минералов.

Основными элементами в растворах являются железо и титан. Как следует из табл. 3, их содержание в продуктах выщелачивания превышает 90%.

Таблица 2

Процентное содержание элементов в растворах выщелачивания

Элемент	Эксперимент		
	№1	№2	№3
Na	1,03284	0,44501	0,28356
Mg	1,74291	1,00712	0,70214
Al	2,84030	0,66751	0,62562
K	0,13556	0,14053	0,04591
Ca	0,04325	0,97199	0,07877
Sc	0,02195	0,00937	0,00675
Ti	39,89336	47,66254	49,77968
V	0,20011	0,14053	0,12152
Cr	0,12265	0,19908	0,10802
Mn	3,03396	2,69346	2,34496
Fe	50,09263	45,55462	45,36882
Co	0,01291	0,01288	0,00900
Ni	0,00065	0,05738	0,00045
Cu	0,09037	0,00117	0,03106
Zn	0,17429	0,00117	0,18004
Ga	0,00968	0,00703	0,00293
As	0,01743	0,00468	0,00221
Rb	0,00129	0,00117	0,00045
Sr	0,01549	0,00586	0,00320
Y	0,01743	0,00937	0,00585
Zr	0,11619	0,02928	0,05986
Nb	0,07746	0,05621	0,05716

Mo	0,00646	0,00117	0,00239
Sb	0,01678	0,00468	0,00045
Ba	0,00839	0,01874	0,02295
La	0,02905	0,05387	0,02475
Ce	0,07101	0,10774	0,05491
Pr	0,00775	0,01171	0,00630
Nd	0,03163	0,04801	0,02475
Sm	0,00710	0,00937	0,00410
Gd	0,00646	0,00703	0,00378
Dy	0,00516	0,00351	0,00198
Er	0,00258	0,00117	0,00077
Yb	0,00258	0,00117	0,00063
Hf	0,00323	0,00117	0,00212
Ta	0,00065	0,00351	0,00248
W	0,02130	0,00351	0,00252
Pb	0,04067	0,01757	0,01350
Bi	0,00968	0,00117	0,00045
Th	0,03163	0,02459	0,01125
U	0,00258	0,00117	0,00090

Таблица 3

Содержание железа и титана в продуктах выщелачивания

Элемент	Исходная фракция	Эксперимент			Ильменит
		№1	№2	№3	
Ti	26,47	39,89	47,66	49,77	47,90
Fe	38,10	50,09	45,55	45,36	55,90
Fe/Ti	1,439	1,256	0,955	0,911	1,167

В исходной магнитной фракции отношение содержаний железа и титана заметно превышает эту величину для ильменита и связано с присутствием других минералов, скорее всего – гематита и рутила. Это подтверждается термодинамическими расчётами [2], согласно которым порядок растворения минералов: гематит, ильменит, рутил, что находит отражение в уменьшении отношения Fe/Ti с увеличением степени выщелачивания.

В настоящее время большое внимание уделяется редкоземельным металлам и их извлечению из красных шламов.

В специально обработанных красных шламах указано процентное содержание: Sc = 0,04 %; La = 0,03%; Ce = 0,05 %,  $\Sigma_{\text{р.з. металлов}} = 1 \text{ кг/т (0,1\%)}$ .

В магнитной части тяжелой фракции содержание редкоземельных металлов больше в 2 раза (табл.4).

Таблица 4

## Процентное содержание редкоземельных металлов в растворах

Элемент	Эксперимент			Среднее значение
	№1	№2	№3	
Sc	0,02195	0,00937	0,00675	0,0127
Y	0,01743	0,00937	0,00585	0,0109
La	0,02905	0,05387	0,02475	0,0359
Ce	0,07101	0,10774	0,05491	0,0779
Pr	0,00775	0,01171	0,0063	0,0089
Nd	0,03163	0,04801	0,02475	0,0348
Sm	0,0071	0,00937	0,0041	0,0068
Gd	0,00646	0,00703	0,00378	0,0057
Dy	0,00516	0,00351	0,00198	0,0035
Er	0,00258	0,00117	0,00077	0,0015
Yb	0,00258	0,00117	0,00063	0,0014
Суммарное содержание	0,2027	0,26232	0,13457	0,2

В магнитной части тяжелой фракции содержание редкоземельных металлов составляет 0,200% (0,158% относятся к металлам цериевой подгруппы, 0,027% - к металлам иттриевой подгруппы, 0,0157% - металлы скандиевой подгруппы), что больше в два раза, чем в приведенных данных для красных шламов. Поэтому данный продукт может рассматриваться как перспективный источник для извлечения редкоземельных металлов. Повышенное содержание редкоземельных элементов в магнитной фракции, по видимому, связано с наличием монацита. Присутствие тория и урана в образцах подтверждают это заключение (табл.4 ).

Таблица 4

## Процентное содержание тория и урана в растворах

Элемент	Эксперимент		
	№1	№2	№3
Th	0,03163	0,02459	0,01125
U	0,00258	0,00117	0,00090

Содержание урана в растворах на порядок меньше содержания тория. Такое соотношение отвечает среднему составу монацита.

В средний состав монацита  $(Ce, La...)PO_4$  входит до 35% Th, от 0,1 до 3% U [3].

**Заключение.** Количественным рентгенофазовым анализом установлен химический состав магнитной фракции: FeO-49%, TiO<sub>2</sub>-44%, MnO-2,4%, SiO<sub>2</sub>-1,4%, CaO-1,2%, ZrO<sub>2</sub>-1%, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-0,5% и наличие в ней ильменита. Полученный продукт по своему составу близок к Куранахскому и Индийскому концентрату и может рассматриваться в качестве сырья для «ВСМПО-АВИСМА».

Массспектральный анализ получаемых растворов после сернокислотного выщелачивания выявил наличие в магнитной фракции гематита, который растворяется в первую очередь, что подтверждается термодинамическим анализом. Впервые установлено наличие в магнитной фракции монацита, что доказывается содержанием в ней тория и урана в соотношении близком к среднему составу монацита и значительным содержанием (0,2%) РЗЭ. Данный продукт может рассматриваться, как перспективный источник для извлечения редкоземельных металлов.

#### Литература

1. В.А.Лебедев, К.В.Алексеева. Комплексная переработка руд Даниловского месторождения. Плаксинские чтения, Красноярск, ноябрь 2017г. с.6.

2. Y.Huang At Al., A perspective of stepwise utilisation of Bayer red mud: Step two—Extracting and recovering Ti from Ti-enriched tailing with acid leaching and precipitate flotation. J.Hazard. Mater.2016.V 307, P.318-327 .

3. Химия и технология редких и рассеянных элементов. Ч. II /Под ред чл.-корр. АН СССР К.А. Большакова. Уч. пособие. Изд. 2-е, пер и доп. М.: Высшая школа. 1976. С.91.

УДК 541.134

### ЭЛЕКТРОД СРАВНЕНИЯ ДЛЯ АГРЕССИВНЫХ РАСПЛАВОВ

*А.С. Русских, С.А Подкорытов, В.В. Поляков*

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г.Екатеринбург, Россия, e-mail: [Russkih\\_A\\_S@mail.ru](mailto:Russkih_A_S@mail.ru))

Важнейшей термодинамической характеристикой электрохимической реакции является равновесный электродный потенциал. Так же как и в водных растворах, абсолютную величину электродного потенциала в расплавленных средах определить невозможно. Разности же электродных потенциалов доступны непосредственным и притом очень точным измерениям, поэтому в электрохимии расплавленных солей используют относительные величины потенциалов, измеряемые по отношению к какому-либо условно выбранному электроду сравнения, потенциал которого полагают равным нулю.

Электрод сравнения должен отвечать ряду требований. Основными из них являются устойчивость и воспроизводимость его потенциала.